

Különböző nitrogénműtrágyák alkalmazása homoktalajon

LAKATOS MÁRIA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A mezőgazdaságban a termések állandó fokozása érdekében az egész világon évről-évre növekedik a műtrágya, különösen a nitrogénműtrágya felhasználása. Hazánkban az utóbbi 15 évben az összes NPK hatóanyagfelhasználás 9,7-szeresére, ezen belül a nitrogén 14,8, a foszfor 5,8, a káliumfelhasználás pedig 13,8-szorosára növekedett.

Az utóbbi években bővült a nitrogénműtrágyák választéka is. A hagyományos ammónia- és nitrát-N hatóanyagú műtrágyák mellett mind nagyobb mértékben hódít teret a különböző egyéb hatóanyagú, koncentráltabb (karbamid, ammóniumnitrát, vízmentes- és vizes ammónia) műtrágyák gyártása és alkalmazása. Hazánkban is érvényesül ez a fejlődési irányzat és az évtizedekig egyeduralkodó pétisó mellett megindult a karbamid és ammóniumnitrát gyártása, valamint a kaprolaktámgyártás fokozódásával párhuzamosan nő az ammóniumsulfát termelése is.

A nitrogénműtrágyák választékának bővülése a mi viszonyaink között is indokoltá teszi a különböző N-források hatásának összehasonlítását. Fentiek figyelembevételével azt tűztük ki célul, hogy növekvő N mennyiségekkel (50, 100 és 150 kg N/ha), a meszes homoktalajon számításbajövő N-műtrágyáknak — pétisó, ammóniumnitrát, ammóniumsulfát, karbamid és ureaform —, mint növényi tápanyagoknak az érvényesülését vizsgáljuk.

A kérdés felvetése annál is inkább érdeklődésre tarthat számot, mivel az e témakörben megjelent kisszámú hazai közleményben az N-formák hatásának összehasonlítása csak egy N-szinten történt (SIGMOND [15, 16], GÁTI és MIKES [7], GÁTI, [5, 6], GÁSPÁR [4]), és nincs kísérleti adatunk arra vonatkozóan, hogy a különböző N-trágyák adagjának növelésekor változik-e azok viszonylagos trágyahatása.

Az ilyen irányú külföldi tanulmányokban sok értékes irodalmi adat található (főként egy N-szinten történt összehasonlítások). Mivel ezeket a kísérleteket a mi adottságainktól eltérő talaj-, éghajlati- és gazdasági adottságok között bonyolították le, feltehető, hogy a kapott eredmények a mi viszonyainkra nem, vagy csak részben alkalmazhatók.

Ezért láttuk szükségesnek a kérdés beható tanulmányozását.

A kísérletek leírása

A vizsgálatra három éven át (1963—65), évenként egy-egy önálló kísérletet állítottunk be, melyekben 1963-ban 90, 1964—65-ben 50, 100 és 150 kg/ha N adagokkal pétisó, ammóniumnitrát, ammóniumsulfát, karbamid és ureaform hatását hasonlítottuk össze. Minden évben két jelzőnövényt ve-

tettünk: 1963-ban szudánifüvet és silókukoricát, 1964–65-ben szudánifüvet és kukoricát. Vizsgáltuk a N adag és N forma hatását a növények termésére és kémiai összetételére.

A kísérleteket az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetének őrszentmiklósi kísérleti telepén állítottuk be.

A kísérleti telep évi csapadékmennyisége — 40 évi adatok átlagában — 530 mm. A kísérletek évében 1963-ban 718 mm, 1964-ben 697 mm, 1965-ben 952 mm csapadék esett, tehát a vizsgálatot egy csapadékosabb időszakban végeztük. A csapadék évi eloszlására jellemző, hogy a legcsapadékosabb hó napok a tavaszi vetésű növények tenyészidőszakába esnek.

A kísérleti terület talaja Ca-mal telített, feltalajában gyengén (0,1–0,4% CaCO_3), mélyebben erősebben karbonátos (2,0–15,0%), átlagosan 6–7% leiszapolható részt tartalmazó, pH 7 körüli kémhatású, humusz- és tápanyagszegény, csernozjom jelleget mutató homok. A kísérleti területek szántott rétegből vett minták vizsgálati adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A kísérleti területek szántott rétegének talajvizsgálati adatai

(1) Talajminta jele és mélysége cm	(2) Humusz %	CaCO ₃ %	pH		hy ₁ %	(3) Le- iszapol- ható rész % < 0,02 mm	(4) N mg % (Tyu- rin szerint)	(5) Összes		(6) Felvehető	
			H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅ mg%	K ₂ O mg%	P ₂ O ₅ mg% (Macsi- gin)	K ₂ O mg% (NH ₄ Cl)
I. 0—35	0,7	0,1	6,7	6,5	0,5	7,7	64,1	62,3	191	2,9	6,2
II. 0—35	1,3	0,4	7,0	6,6	0,5	6,5	76,0	50,6	166	3,0	5,3

I. az 1963, 1965 évi II. az 1964 évi kísérleti területről vett minták

A talajvizsgálati módszerek a következők voltak: A humuszt TYURIN szerint, a CaCO_3 -at a SCHEIBLER-féle kalciméterrel, a pH-t üveg-elektroddal határoztuk meg. Az összes P_2O_5 és K_2O feltárása perklórsavval és kénsavval történt. A felvehető P_2O_5 -öt MACSIGIN szerint — 1%-os $(\text{NH}_4)\text{CO}_3$ -os talaj-kivonatból, míg a felvehető K_2O -t a módosított Prettenhoffer módszerrel, 1%-os NH_4Cl oldatból (1 : 10 talaj oldószer arány) határoztuk meg. (lásd: Talaj- és Trágyavizsgálati Módszerek [18]).

A különböző N formák hatásának összehasonlítása azonos PK alap-trágyázással történt, amely az N adagokhoz hasonlóan mindkét növénynél azonos volt. A három N szinten beállított kísérleteknél csak egy PK szintet alkalmaztunk, így az NPK hatóanyagarány az alábbiak szerint alakult:

$$\begin{aligned}
 &1963\text{-ban} & \text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} &= 1 : 0,7 : 1,0 \\
 &1964\text{—}65\text{-ben} & \text{N}_1 : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} &= 1 : 1,2 : 1,8 \\
 & & \text{N}_2 : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} &= 1 : 0,6 : 0,9 \\
 & & \text{N}_3 : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} &= 1 : 0,4 : 0,6
 \end{aligned}$$

Fentiekkel egyező mennyiségű PK műtrágyát kaptak a kontroll kezelések is.

A kísérletekben alkalmazott ureaform-féleségeket az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetének Homokkutatási és Hasznosítási Osztályán GÁTI FERENC állította elő. Az egyes években felhasznált ureaform összes, illetve vízdíható N tartalmát a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Az ureaform műtrágyák összes-, illetve vízdíható N tartalma

(1) Kísérleti év	(2) Műtrágya fajta	(3) Összes N %	(4) Vízoldható N az összes N %-ában
1963	ureaform	23,3	6,5
1963	„karbamid 1P”	31,9	17,8
1964	ureaform	29,3	7,8

A kísérletek kezeléseit az eredménytáblázatok tartalmazzák.

A kísérletek elrendezése 1963-ban véletlen blokk (6 ismétlésben), 1964-ben 3 × 6-os, 1965-ben 3 × 5-ös split-plot elrendezés volt. Az ismétlések száma az N kezelésekre 4 (a PK kontrollra 12) volt.

A műtrágyák kiszórása és talajbamunkálása mindhárom kísérleti évben az őszi mélyszántás után elfogasolt talajra vetés előtt 2–3 héttel történt.

A kísérletek fontosabb agrotechnikai adatait a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

A kísérletek fontosabb agrotechnikai adatai

(1) Agrotechnikai adatok	1963		1964		1965	
	(2) Édes szudáni cirokfű	(3) Siló- kukorica	(2) Édes szudáni cirokfű	(4) Kukorica	(2) Édes szudáni cirokfű	(4) Kukorica
a) Műtrágyázás (NPK) és talajbamunkálásának ideje	IV. 28.	IV. 28.	IV. 12.	IV. 13.	V. 12.	V. 14.
b) Vetés ideje	V. 8	V. 7.	IV. 13.	V. 24.	V. 14.	V. 15.
c) Tenyésztőterület, sortávolság	40 cm	50 × 20 cm	25 cm	50 × 50 cm	25 cm	70 × 40 cm
d) Növény fajta	—	Mv. 40	—	Mv. 42	—	Mv. 40.
e) Terménybetakarítás:						
1. kaszálás, ill. törés	VI. 26.	VIII. 1.	VII. 7.	IX. 2.	VII. 23	X. 13.
2. kaszálás	IX. 25.		IX. 2.		IX. 17.	
f) Parcellaméret	36 m ²	36 m ²	21,5 m ²	31,4 m ²	21,0 m ²	35,0 m ²

A termés betakarításakor a parcellán termett összes növényt lemértük. A szárazanyagtartalom, illetve a kémiai összetétel meghatározásához a betakarításakor parcellánként 1–1 átlagmintát vettünk.

A növényminták tápanyagtartalmát a következőképpen határoztuk meg: A tápanyagok feltárását a SARKADI [15] által kidolgozott kénsavas módszerrel, H₂O₂-os feltárással végeztük el. Az ammónia desztilláció a PARNAS–WAGNER készülékben történt. A felfogó oldat 1%-os bórsav, a titráló oldat 0,01 n H₂SO₄ volt.

A terméseredményeket, illetve a vizsgálati adatokat varianciaanalízissel értékeltük (SvÁB [17]). Külön kiegészítést csak a split-plot elrendezésű kísérletek matematikai értékeléséhez kívánunk fűzni. Ezeknél a kísérleteknél ugyanis a kontroll (12-szeres ismétlés), illetve a N kezelések (4-szeres ismétlés) ismétlésének száma eltér egymástól, ezért a kísérlet hibájához a kontroll kezelés a többi kezelésnél nagyobb mértékben járul hozzá. Ezt az aránytalanságot úgy küszöböltük ki, hogy a megbízhatósági értékeket a kontroll kezeléssel és anélkül is kiszámítottuk. Mivel a kontrollhoz képest az N műtrágyák hatása minden esetben szignifikáns volt, ezért az adatok közlésekor csak az N kezelésekkal számított SzD értékeket tüntetjük fel.

A kísérletek eredményei

1. Terméseredmények

Az 1963 évi kísérletek terméseredményeit a 4. táblázat, az 1964–65 év kísérletek terméseredményeit pedig az 5. táblázat tartalmazza. Ez utóbbi kísérletek két éves átlagolt adatait az 1. ábra termés görbéi szemléltetik.

4. táblázat

Az 1963 évi kísérletek terméseredményei

(1) N forma	(2) Szudánifű szénája (86% sz. a.)			(3) Silókukorica (86% sz. a.)			(4) Átlag (86% sz. a.)		
	q/ha	D	%	q/ha	D	%	q/ha	D	%
Ø	23,0	—	100	57,6	—	100	40,3	—	100
a) Pétisó	39,7	16,6	172	100,4	42,8	174	70,0	29,7	173
b) Ammóniumsulfát	40,4	17,3	175	96,7	39,1	168	68,5	28,2	170
c) Karbamid	36,9	13,9	160	92,8	35,2	161	64,9	24,6	161
d) Ureaform	33,7	10,7	146	83,9	26,3	146	58,8	18,5	146
e) „Karbamid 1 P”	37,2	14,2	161	87,8	30,2	153	62,5	22,2	155
SzD _{5%}		5,1	22		8,6	15		5,0	12

Az adatok alapján egyöntetűen megállapítható, hogy a nitrogénműtrágyázás hatása — az irodalmi adatokkal megegyezően BAJAI [2], BALLA [3], EGERSZEGI [1], KERPELY [8], KÜKEDI [9, 10], LATKOVICS [11], LÓRINCZ [12], SARKADI [13] — igen számottevő volt. A nitrogénműtrágyák hatására — az N formák átlagában — a szudánifű szénáhozama 1963-ban 70 %-kal, az 1964–65. évi átlagolt adatok szerint — a növekvő N adagok sorrendjében — 74, 125 és 163 %-kal, kukoricánál pedig — ugyancsak a kétévi átlagolt adatok alapján — a szemtermés 46, 86 és 90 %-kal és a szártermés 38, 87, 95 %-kal múlta felül a kontroll kezelés termését. Ez a trágyahatás minden esetben szignifikáns is volt.

A hagyományos, könnyen oldható nitrogént tartalmazó műtrágyák hatása a termés alakulására kedvezőbb, mint a nitrogént nehezen felvehető alakban tartalmazó ureaform-féleségeké. Ez a tendencia határozottabban jelentkezik a nagyobb zöldtömeget adó szudánifűnél és silókukoricánál, és ez tapasztalható a nitrogén adagjának növelésekor is. 1963-ban az ureaform mellett alkalmazott „karbamid 1 P” vízzoldható nitrogéntartalma nagyobb

5. táblázat

Az 1964—65. évi kísérletek terméseredményei

(1) N forma	1964				1965			
	(2) N adag kg/ha				(2) N adag kg/ha			
	50	100	150	Átlag	50	100	150	Átlag
A) Szudánifű széna q/ha (86% sz. a.)								
Ø	23,2	23,5	21,7	22,8	20,0	18,0	20,2	19,4
a) Pétisó	43,0	45,9	46,3	45,0	29,5	47,7	67,0	48,1
b) Ammóniumnitrát	38,1	44,8	47,4	43,4	34,1	45,6	51,6	43,8
c) Ammóniumsulfát	40,7	48,0	54,3	47,7	35,1	50,7	68,8	51,6
d) Karbamid	37,2	48,2	49,7	45,0	36,6	48,5	58,8	48,0
e) Ureaform	37,0	42,9	44,6	41,5				
f) N átlag	39,2	46,0	48,5		33,9	48,1	61,5	
SzD ₅ % (1)	SzD ₅ % (2)	71 ⁽¹⁾ nem szign. ⁽²⁾		9,8 ⁽¹⁾ 12,6 ⁽²⁾				
SzD ₅ % (3)	SzD ₅ % (4)	nem szignifikáns ^(3,4)		14,5 ⁽³⁾		14,8 ⁽⁴⁾		

B) kukorica szem q/ha (86% sz. a.)

Ø	13,1	15,7	16,6	15,1	23,9	17,2	22,8	21,3
a) Pétisó	23,4	23,9	23,2	23,5	26,4	41,1	49,3	38,9
b) Ammóniumnitrát	20,1	23,0	22,8	22,0	34,1	45,0	43,8	41,0
c) Ammóniumsulfát	20,6	23,6	23,0	22,4	34,5	42,8	51,1	42,8
d) Karbamid	20,1	22,3	22,8	21,7	33,6	49,2	41,7	41,5
e) Ureaform	18,2	22,8	22,4	21,1				
f) N átlag	20,5	23,1	22,8		32,1	44,5	46,4	
SzD ₅ % (1)	SzD ₅ % (2)	3,8 ⁽¹⁾ nem szign. ⁽²⁾		7,6 ⁽¹⁾		8,6 ⁽²⁾		
SzD ₅ % (3)	SzD ₅ % (4)	nem szignifikáns ^(3,4)		6,9 ⁽³⁾		7,8 ⁽⁴⁾		

C) Kukorica szár q/ha (86% sz. a.)

Ø	12,9	14,3	15,7	14,3	22,2	20,8	26,3	23,1
a) Pétisó	20,6	21,5	22,4	21,5	26,7	46,4	52,2	41,8
b) Ammóniumnitrát	17,4	22,0	19,9	19,8	37,8	48,8	47,6	44,6
c) Ammóniumsulfát	16,9	21,7	23,4	20,7	35,5	44,8	54,3	44,9
d) Karbamid	15,8	20,8	21,5	19,4	36,9	54,0	52,7	47,9
e) Ureaform	16,7	21,3	20,0	19,3				
f) N átlag	17,5	21,5	21,4		34,2	48,5	51,7	
SzD ₅ % (1)	Az azonos N adagban levő különböző N formák között							
SzD ₅ % (2)	A különböző N adagban levő azonos N formák között							
SzD ₅ % (3)	Különböző N adagok között az N formák átlagában							
SzD ₅ % (4)	Különböző N formák között az N adagok átlagában							

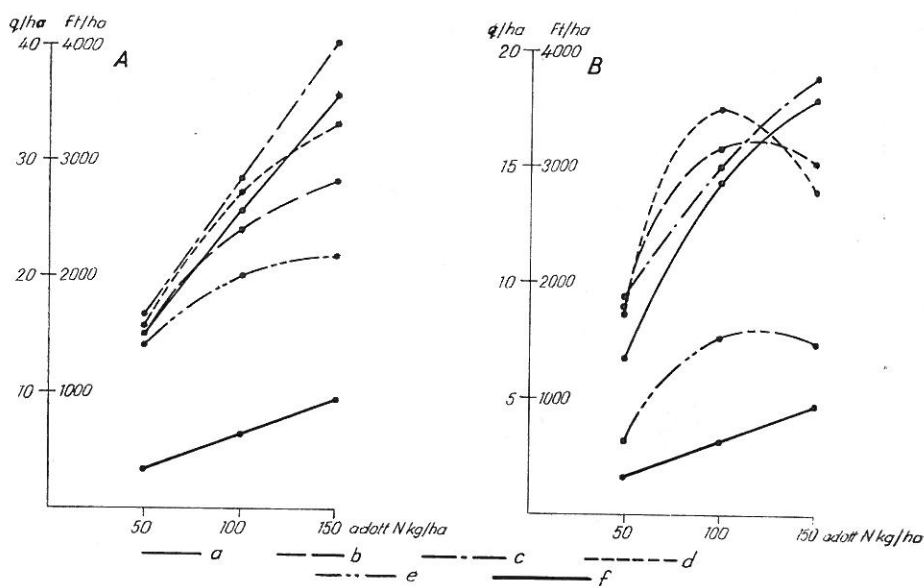
volt, mint az ureaformé. A „karbamid 1 P” a vízdíszítő nitrogéntartalommal arányosan, de a könnyen oldódó N műtrágyáknál rosszabb termést adott.

A csak vízdíszítő nitrogént tartalmazó műtrágyák közül a pétisó és az ammóniumsulfát hatása az N adag emelésével közel lineárisan változott. A karbamid és ammóniumnitrát hatására a hozamnövekedés a két kisebb N szint között nagyobb mérvű volt, mint a legnagyobb N adagnál, sőt kukoricánál a két műtrágya 150 kg/ha-os hatóanyagmennyisége a közepes (100 kg/ha) N adaghoz viszonyítva termésnövekedést eredményezett.

Gyakorlati szempontból érdeklődésre tarthat számot a különböző N műtrágyák hatására létrejött terméstöbblet értékének és a felhasznált N műtrágya értékének összehasonlítása is. Ezt a számítást az 1964—65. évi átlagolt

adatokra készítettük el (1. ábra). (A kukorica terméstöbblet értéke csak a szemre vonatkozik, ehhez viszonyítva a szár hasonló értéke elenyészően kevés, 100–200 Ft/ha.)

Tekintettel arra, hogy a kapott értékeket kisparcellás kísérletek eredményei alapján számítottuk ki, ezek elsősorban tájékozódásra alkalmasak.



1. ábra

Terméstöbblet, ill. annak értéke Ft/ha 1964–65 évi átlagolt adagok alapján. A) Szudánifű széna. B) Kukorica szem. N-forma: a)–e)-ig lásd 5. táblázat f) Nitrogén műtrágya ára

A terméstöbblet értékét az 1967-ben érvényben levő elszámolóárak (szudánifű széna 100 Ft/q, kukorica 200 Ft/q), a felhasznált N műtrágyák értékét pedig a nagykereskedelmi árak alapján számítottuk ki.

Az 1. ábra szemléltetően mutatja, hogy a N adag növelésével a hektáronkénti terméstöbblet értéke mindkét növénynél nagyobb mértékben növekedik, mint a felhasznált N műtrágya ára. Látható továbbá az is, hogy az N adag emelésével nőtt az N formák Ft értékei közötti különbség (50 kg-nál 180–200, 100 kg-nál 420–640, 150 kg-nál 960–1 200 Ft/ha). Tehát a fokozottabb N műtrágyázás során előtérbe kerülhet az N forma megválasztásának kérdése.

2. A termés kémiai összetétele

A nitrogénműtrágyázás hatására — csaknem lineárisan az N adag növelésével — növekedett a növények %-os N tartalma (6. táblázat). Ez a növekedés szudánifűnél — a két éves átlagolt adatok szerint — minden N szint között szignifikáns volt, kukoricánál pedig csak 1965-ben kaptunk hasonló különbségeket.

6. táblázat

A szudánifű és kukorica szem %-os N tartalma az 1964–65. években

(1)	1964				1965				1964–65 átlag			
	(2)				(2)				(2)			
	N adag kg/ha				N adag kg/ha				N adag kg/ha			
	50	100	150	Átlag	50	100	150	Átlag	50	100	150	Átlag
A) Szudánifű N% (sz. a.)												
Ø	1,04	1,12	1,11	1,09	1,62	1,38	1,47	1,49	1,33	1,25	1,29	1,29
a) Pétió	1,27	1,60	1,75	1,54	1,80	1,84	2,09	1,91	1,53	1,72	1,92	1,72
b) Ammóniumnitrát	1,27	1,46	1,72	1,48	1,88	1,85	1,98	1,90	1,57	1,65	1,85	1,69
c) Ammóniumsulfát	1,29	1,53	1,80	1,54	1,70	1,82	1,96	1,83	1,49	1,67	1,88	1,68
d) Karbamid	1,24	1,51	1,73	1,49	1,83	1,92	1,93	1,89	1,53	1,71	1,83	1,69
e) Ureaform	1,14	1,24	1,44	1,27	1,81	1,86	1,99		1,53	1,69	1,87	
f) N átlag	1,24	1,47	1,69									
SzD _{5%} (1)	0,29(t)	nem szign.(2)			0,26(t)	nem szign.(2)			0,21(t)	nem szign.(2)		
SzD _{5%} (3)	0,18(3)	nem szign.(4)			0,16(3)	nem szign.(4)			0,12(3)	nem szign.(4)		
SzD _{5%} (4)												
B) Kukorica szem N% (86% sz. a.)												
Ø	0,91	1,05	1,12	1,03	0,97	1,00	0,99	6,99	0,95	1,03	1,01	1,02
a) Pétió	1,27	1,56	1,71	1,52	1,02	1,16	1,41	1,20	1,21	1,31	1,49	1,34
b) Ammóniumnitrát	1,22	1,50	1,60	1,44	1,10	1,10	1,23	1,14	1,15	1,13	1,36	1,21
c) Ammóniumsulfát	1,25	1,53	1,62	1,47	0,97	1,18	1,23	1,13	1,08	1,32	1,35	1,25
d) Karbamid	1,24	1,55	1,54	1,44	1,02	1,24	1,31	1,19	1,10	1,34	1,39	1,28
e) Ureaform	1,12	1,32	1,48	1,31								
f) N átlag	1,22	1,49	1,59		1,13	1,27	1,40		1,03	1,17	1,30	
SzD _{5%} (1)	nem szignifikáns(1, 2)				0,17(t)	nem szign.(2)			nem szignifikáns(3, 4)			
SzD _{5%} (3)	nem szignifikáns(3, 4)				0,10(3)	nem szign.(4)						
SzD _{5%} (4)												

SzD_{5%} (1) Az azonos N adagban levő különböző N formák között
 SzD_{5%} (2) A különböző N adagban levő azonos N formák között
 SzD_{5%} (3) Különböző N adagok között az N formák átlagában
 SzD_{5%} (4) Különböző N formák között az N adagok átlagában

Az egyes N formák hatása között általában nem volt megbízható különbség.

A termés minőségének javulását mutatja a kukorica szem emészthető fehérje tartalmának alakulása is (7. táblázat), amely az N adag emelésével növekszik, bár nem arányosan. Az egyes N műtrágyák hatása között az emészthető fehérje tartalomban sem kaptunk jelentős különbséget.

7. táblázat

Kukorica szem emészthető fehérje tartalma és keményítő értéke 1964–65

(1) N forma	1964				1965			
	(2)				(2)			
	N adag kg/ha				N adag kg/ha			
	50	100	150	Átlag	50	100	150	Átlag

A) Emészthető fehérje %

Ø	5,3	5,9	6,2	5,8	5,3	5,8	4,9	5,3
a) Pétisó	6,4	7,6	8,1	7,4	4,9	6,3	6,1	5,8
b) Ammóniumnitrát ..	6,4	8,1	8,4	7,6	5,7	6,3	5,9	6,0
c) Ammóniumsulfát ..	6,5	8,1	8,6	7,7	5,5	5,9	6,1	5,8
d) Karbamid	6,7	8,3	9,0	8,0	5,6	6,1	6,4	6,0
e) Ureaform	6,1	7,8	8,0	7,3				
f) N átlag	6,4	8,0	8,4		5,4	6,1	6,1	

B) Keményítő érték kg

Ø		78,4		78,4		80,5		80,5
g) N formák átlaga	78,1	77,5	77,3	77,6	80,0	81,5	79,3	80,3

Fentiek alapján megállapítható tehát, hogy a termés nitrogén, illetve emészthető fehérje tartalma — az adott körülmények között a N mennyiség függvényében változott.

3. A nitrogén hasznosulása

A szudánifű teljes termését, megelemeztük, így módunk nyílt a N hasznosulás megállapítására. Az adott nitrogén hasznosulási értékét a különbség módszerével határoztuk meg, vagyis a nitrogénnel trágyázott és a nitrogén nélkül termesztett növények összes kivont N mennyiségének különbségét tekintettük a trágyázás hatására felvett N mennyiségnek. Ezeket a számításokat a 8. táblázat tartalmazza.

A nagyobb N adag abszolút értelemben minden esetben emelte a felvett nitrogén mennyiségét, így az adott tápanyag mennyiségére vonatkoztatott %-os N hasznosulás — a két éves átlagolt adatok szerint — az egyes N szinteknél alig változott.

Az összehasonlított N műtrágyák közül a kevés vízdoldható nitrogént tartalmazó ureaform-félék növelték a legkevésbé a felvett nitrogén mennyiségét minden N szinten. Ezért az adott N %-ában kifejezett N hasznosulás értéke is statisztikailag igazolhatóan az ureaformnál volt a legkisebb.

A könnyen oldható nitrogént tartalmazó műtrágyák N hasznosulási értékei az 50 és 100 kg-os N adagon belül közel egyformák voltak. A 150 kg-os N szintnél a szudánifű az ammóniumnitrát és a karbamid hatására vette fel a

8. táblázat
Szűnánífű 1963-65
N hasznosulás az adott N %-ában

(1) N forma	(2) Adott N kg/ha	1963			1964			1965			1964-65	
		(3) Felvett N kg/ha	(4) N többlet kg/ha	(5) N hasznosulási %	(3) Felvett N kg/ha	(4) N többlet kg/ha	(5) N hasznosulási %	(3) Felvett N kg/ha	(4) N többlet kg/ha	(5) N hasznosulási %	(5) N hasznosulási %	(5) N hasznosulási %
a) Átlag %	—	25,3			22,1	25,7	51,6	25,8				
b) Pétiő	50				47,8	18,4	36,9	46,8	21,0	42,1	46,8	
c) Ammóniumnitrát	50				40,5	24,4	49,0	56,6	30,8	61,8	49,3	
d) Ammóniumsulfát	50				46,5	17,9	35,9	52,0	26,2	52,6	50,7	
e) Karbamid	50				40,0	15,7	31,5	58,8	33,0	66,1	51,0	
f) Ureaform	50				37,8		22,4	—	—	—	—	
SzD ₅₀ %	100											
b) Pétiő	100	59,2	33,9	37,7	65,9	43,8	43,8	76,9	51,1	39,2	22,6	
c) Ammóniumnitrát	100	—	—	—	58,8	36,7	36,7	74,9	49,1	51,1	47,5	
d) Ammóniumsulfát	100	50,7	25,4	28,2	64,1	42,0	42,0	80,0	54,2	49,1	42,9	
e) Karbamid	100	57,2	31,9	35,4	64,7	42,6	42,6	81,1	55,3	54,2	48,1	
f) Ureaform	100	42,3	17,0	18,9	47,6	25,5	25,5	—	—	—	—	
g) „Karbamid 1 P”	100	49,7	24,4	27,1	—	—	—	—	—	—	—	
SzD ₅₀ %	150			6,8								
b) Pétiő	150				71,4	49,3	11,2	123,0	97,2	19,6	11,3	
c) Ammóniumnitrát	150				70,4	48,4	32,9	88,9	63,1	64,8	48,9	
d) Ammóniumsulfát	150				84,4	62,3	32,3	119,0	93,2	42,1	37,2	
e) Karbamid	150				75,2	53,1	41,6	99,1	73,3	62,2	51,9	
f) Ureaform	150				56,1	34,0	35,4	—	—	48,9	42,2	
SzD ₅₀ %	150						22,7	—	—	—	—	
h) Könnyen oldható N							7,5			13,1	7,5	
formák átlaga	50				43,7	21,6	43,3	53,6	27,8	55,6	49,5	
h) Könnyen oldható N												
formák átlaga	100	55,7	30,4	33,8	63,4	41,3	41,3	78,2	52,4	52,4	46,9	
h) Könnyen oldható N												
formák átlaga	150				75,4	53,3	35,5	107,5	81,7	54,5	45,0	

legkevesebb nitrogént és az adott N mennyiségére vonatkoztatott %-os hasznosulási értékei megbízhatóan kisebbek voltak az ammóniumsulfát hasonló értékeinél. Hasonló különbséget kaptunk a pétisó és az ammóniumnitrát hatása között is, ez utóbbi hátrányára.

Összefoglalás

Három éven át, évenként egy-egy önálló kísérletben, 90 kg (1963), valamint 50, 100 és 150 kg/ha (1964–65) N mennyiségekkel pétisó, ammóniumnitrát, ammóniumsulfát, karbamid és ureaform hatását hasonlítottuk össze. Vizsgáltuk fenti tényezők (N adag, N forma) hatását a növények termésére, kémiai összetételére és az adott N hasznosulását is.

Megállapítottuk, hogy a nitrogéntrágyázás — tekintet nélkül az alkalmazott N formákra — jelentősen növelte a termés mennyiségét, N tartalmát, valamint a kukorica szem emészthető fehérje tartalmát is.

A N adagjának emelésekor növekedett a termés mennyisége, valamint a kukorica szem emészthető fehérje tartalma is. Ez a növekedés azonban nem lineárisan, hanem a két kisebb N szint között nagyobb mérvű volt, mint a legnagyobb (150 kg/ha) adagnál. A termés nitrogéntartalma az N mennyiség függvényében változott.

Az adott N %-ában kifejezett N hasznosulás értéke az egyes N szinteknél alig változott.

A könnyen oldódó nitrogént tartalmazó műtrágyák érvényesülése kedvezőbb, mint a nitrogént nehezen felvehető alakban tartalmazó ureaform féleségeké.

A különféle, csak vízzel oldható N-t tartalmazó műtrágyák hatása között — 50 és 100 kg-os hatóanyagmennyiségben alkalmazva — nem volt szignifikáns különbség. Megállapítható tehát, hogy a 100 kg-os N adagig — az adott körülmények között — az eltérő kémiai összetétel a nitrogénműtrágyák hatékonyságát nem befolyásolja. A nitrogén mennyiségének további növelésekor azonban — 150 kg/ha — az ammóniumnitrát és a karbamid relatív hasznosulása csökkent, ezért nagyobb adagok esetén az ammóniumsulfát és a pétisó használata indokoltabb.

Irodalom

- [1] ANTAL, J., EGRSZEGI, S. & PENYIGEY, D.: Növénytermesztés homokon. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1966.
- [2] BAJAI, J., O'SVÁTH, J. & SZABÓ, J. L.: Négy takarmánynövény trágyareakciója. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **21.** 191–210. 1962.
- [3] BALLA, A.-NÉ: A trágyázás hatása a kukorica termésére és tápanyag összetételére. Agrokémia és Talajtan. **9.** 307–320. 1960.
- [4] GÁSPÁR, L. — et al.: Kísérletek lassan ható szerves nitrogénműtrágya: „Ureaform” előállítására és hatásának vizsgálatára. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **13.** 113–128. 1957.
- [5] GÁTY, F.: A karbamid és származékai alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete évi jelentése. 121–125. 1964.
- [6] GÁTY, F.: A karbamid és származékai alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete évi jelentése. 162–163. 1965.
- [7] GÁTY, F. & MIKES, J.: Kísérletek polimerekkel erősített műtrágyák és talajjavító anyagok előállítására. Magyar Kémikusok Lapja. **19.** 597–604. 1964.

- [8] KERPELY, K.: Adatok a tengeri műtrágyázáshoz, homoktalajon. Köztelek. **21**. 803. 1911.
- [9] KÜKEDI, E.: Adatok az édes szudáni cirokfű termesztéséhez. Magyar Mezőgazdaság. **18**. 10—11. 1962.
- [10] KÜKEDI, E.: Az édes szudáni cirokfű trágyázásáról. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **21**. 211—226. 1962.
- [11] LATKOVICS, GY.-NÉ: Adatok a kukorica műtrágyázásához. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **22**. 19—26. 1963.
- [12] LŐRINCZ, J.: A műtrágyázás hatása a kukorica termésére. Agrártud. **12**. 24—29. 1960.
- [13] SARKADI, J.: A trágyázási kísérletek fontosabb eredményei. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **22**. 409—422. 1964.
- [14] SARKADI, J. & KRÁMER, M.: Növényi anyagok és szerves-trágyák tápanyagtartalmának vizsgálata. Agro-kémia és Talajtan. **10**. 85—98. 1961.
- [15] SIGMOND, E.: Különféle nitrogén-trágyák hatásának tanulmányozása különös tekintettel az istálló- és zöldtrágyára. Kísér. Közl. **5**. 391. 1902.
- [16] SIGMOND, E.: Különféle alakban levő nitrogén trágyázó hatásáról. Magyar Chemiai Folyóirat. **9**. 150—156. 1903.
- [17] SVÁB, J.: Statisztikai módszerek mezőgazdasági kutatók számára. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1961.
- [18] Talaj- és Trágyavizsgáló Módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.

Érkezett: 1967. február 26.

Application of Various Nitrogenous Fertilizers to Sandy Soils

M. LAKATOS

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

In the years from 1963 to 1965, the effects of "Pétisó" (calcium ammonium nitrate), ammonium nitrate, ammonium sulphate, urea and ureaform applied in doses corresponding to 90 kg/ha (1963), 50, 100 and 150 kg/ha nitrogen were compared in separate experiments. The experiments were conducted on a chernozemic sandy soil. Each year two indicator plants were grown, sudan grass and maize for silage in 1963, sudan grass and maize in 1964—1965. The effects of the above factors (N dose, N form) on the yield, on the chemical composition of plants as well as on the utilization of the applied nitrogen were examined.

It was established that N fertilization — irrespective of the various N forms applied — considerably increased the amount and the N content of the crop and due to its effect the digestible protein contents of maize grains were also higher.

When larger N doses were applied both the yield and the digestible protein contents of the grains of maize increased. This increase was more marked between the two lower N levels than in the case of the largest (150 kg/ha) N dose. The N content of the crop changed as a function of the quantity of nitrogen applied.

The value of N utilization, expressed as per cent of the applied nitrogen, hardly changed with the various N levels.

The utilization of fertilizers containing easily soluble nitrogen is more favourable than that of the various sorts of ureaform in which the nitrogen is in a not so easily available form.

Among the effects of the various N fertilizers containing only water soluble nitrogen there was no significant difference when the 50 and 100 kg N/ha doses were applied. Thus the conclusion may be drawn that under the given conditions, up to the dose of 100 kg N/ha, the different chemical composition does not influence the effectiveness of N fertilizers. When the dose, however, was further increased — to 150 kg N/ha — the relative utilization of ammonium nitrate and urea decreased, therefore when larger doses are required, the application of ammonium sulphate and "Pétisó" (calcium ammonium nitrate) should be preferred.

Table 1. Soil analytical data of the ploughed layer in the experimental area. (1) Mark of soil sample, and depth, cm. (2) Humus %. (3) Precipitated part, %. (4) N mg %. (5) Total P_2O_5 and K_2O . (6) Available P_2O_5 and K_2O .

Table 2. Total and water soluble N content of ureaform fertilizers. (1) Year of experiment. (2) Sort of fertilizer. (3) Total N %. (4) Water soluble N as per cent of total N.

Table 3. The more important agrotechnical data of the experiments. (1) Agrotechnical data. a) applied fertilizer (NPK) and date of fertilization, b) date of sowing, c) size of plot, row space, d) plant, e) harvesting: 1. mowing or snapping, 2. mowing, f) size of plot. (2) Sudan grass. (3) Maize for silage. (4) Maize.

Table 4. Yields of experiments in 1963. (1) N form. a) "pétisó" (calcium ammonium nitrate), b) ammonium sulphate, c) urea, d) ureaform, e) "Karbamide 1 P". (2) Sudan grass hay (86% dry matter). (3) Maize for silage (86% dry matter). (4) Average (86% dry matter).

Table 5. Yields of experiments in 1964—1965. (1) N form. a) "pétisó", b) ammonium nitrate, c) ammonium sulphate, d) urea, e) ureaform, f) average. (2) N dose kg/ha. A) Sudan grass hay q/ha. B) Grain of maize q/ha. C) Corn-stalk q/ha. — $SzD_5\%$ (1) Between the various N forms applied in the same N doses. $SzD_5\%$ (2) Between the same N forms applied in different doses. $SzD_5\%$ (3) Between the different N doses in the average of the N forms. $SzD_5\%$ (4) Between the various N forms in the average of the N doses.

Table 6. Percent N content of Sudan grass and of the grain of maize in 1964—1965. (Legends: see Table 5.)

Table 7. Digestible protein contents and starch equivalent content of the grain of maize. (1) N form; see Table 5. (2) N dose. A. Digestible protein %. B. Starch equivalent kg.

Table 8. Sudan grass, 1963—1965. N utilization in the percentage of the applied N. (1) N form; see Table 5. (2) Applied N kg/ha. (3) Recovered N kg/ha. (4) N surplus kg/ha. (5) N utalization %.

Figure 1. Yield increase and its value Ft/ha on the basis of averaged doses applied in 1964—1965. A) Sudan grass hay. B) Grain of maize. N form: from a) to e) see Table 5. f) price of N fertilizer.

Anwendung verschiedener Stickstoffdünger auf Sandböden

M. LAKATOS

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Es wurde die Wirkung von 90 (1963), bzw. 50, 100 und 150 kg N/ha Dosen mit verschiedenen Düngersorten (Kalkammonsalpeter, Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat, Harnstoff und Ureaform) in drei Jahren (1963—1965) in einjährigen Versuchen auf tschernozyemartigen Sandboden mit Verfolgung des Trockensubstanzertrages, und der chemischen Zusammensetzung der Testpflanzen Sudangras und Mais (im Jahre 1963 Silomais) studiert.

Die Stickstoffdüngung steigerte bei allen Sorten den Ertrag, dessen N-Gehalt sowie den verdaulichen Proteingehalt der Maiskörner bedeutend. Durch die Erhebung der N-Gabe wurde sowohl die Menge des Ertrages, als auch der verdauliche Proteingehalt der Maiskörner erhöht. Der Unterschied war aber zwischen Dosen N_{100} und N_{50} grösser, als zwischen N_{150} und N_{100} . Der N-Gehalt der Pflanzen erhöhte sich mit der N-Gabe. Die prozentige Ausnützung des Stickstoffes änderte sich bei den einzelnen N-Stufen kaum, aber diejenigen Düngersorten, welche den Stickstoff in leichtlöslicher Form enthalten verwerteten sich besser, als diejenigen — ureaformartigen — Dünger, die den Stickstoff in schwer aufnehmbare Form enthalten. Zwischen den Wirkungen der nur wasserlöslichen Stickstoff enthaltenden Mineraldüngerarten in den Dosen 50 und 100 kg N/ha war kein signifikanter Unterschied nachzuweisen.

Es kann also festgestellt werden, dass die Bindungsform des Stickstoffes im Bereich 50—100 kg N/ha das N-Ausnützungsprozent nicht beeinflusst, aber bei weiterer Steigerung bis 150 kg N/ha ging die relative Ausnützung des Ammoniumnitrates und des Harnstoffes zurück, in diesen Fällen scheint die Anwendung von Ammoniumsulfat und Kalkammonsalpeter vorteilhafter zu sein.

Tab. 1. Bodenuntersuchungsergebnisse der Ackerkrume des Versuchsfeldes. (1) Bodenprobe und Tiefe der Probenahme in cm; (2) Humusgehalt in %; (3) abschlämmbare Teil in %; (4) N mg %; (5) Gesamt- P_2O_5 und K_2O ; (6) aufnehmbares P_2O_5 und K_2O .

Tab. 2. Gesamter und wasserlöslicher Gehalt an Stickstoff bei Ureaformdüngern. (1) Versuchsjahr; (2) Düngerart; (3) Gesamt-N %; (4) wasserlöslicher N als % des Gesamt-N-es.

Tab. 3. Wesentliche agrotechnische Angaben bei den Versuchen. (1) Agrotechnische Angaben; (a) Zeitpunkt der Düngung (NPK) und der Einarbeitung in den Boden; (b) Zeitpunkt der Aussaat; (c) Standraum, Reihenabstand; (d) Pflanzensorte; (e) Einbringung des Erntegutes: 1. Mahd bzw. Maisbrechen und 2. Mahd; (f) Grösse der Parzellen; (2) Sudangras; (3) Silomais; (4) Mais.

Tab. 4. Ertragsergebnisse der Versuche im Jahre 1963. (1) Düngerart; (2) Kalkammonsalpeter; (b) Ammoniumsulfat; (c) Harnstoff; (d) Ureaform; (e) Harnstoff „Karbamid 1 P“; (2) Sudangrasheu (auf 86% Trockensubstanz gerechnet); (3) Silomais (auf 86% Trockensubstanz gerechnet); (4) Durchschnittswert (auf 86% Trockensubstanz gerechnet).

Tab. 5. Ertragsergebnisse der Versuche in der Jahren 1964—65. (1) Düngerart; (a) Kalkammonsalpeter; (b) Ammoniumnitrat; (c) Ammoniumsulfat; (d) Harnstoff; (e) Ureaform; (f) Durchschnittswert des Stickstoffes; (2) N-Gabe kg/ha; (A) Sudangrasheu dz/ha; (B) Maiskörner dz/ha; (C) Maisstroh dz/ha; $GD_{5\%}$ (1) zwischen den einzelnen Düngerarten bei gleich grossen N-Gaben; $GD_{5\%}$ (2) innerhalb einer Düngerart bei verschiedenen grossen N-Gaben; $GD_{5\%}$ (3) zwischen den verschiedenen grossen N-Gaben im Durchschnittswert der Düngerarten; $GD_{5\%}$ (4) zwischen den einzelnen Düngerarten im Durchschnittswert der Düngerarten.

Tab. 6. N-Gehalt des Sudangrases und der Maiskörner in den Jahren 1964—65 in %. Weitere Erklärung s. bei Tab. 5.

Tab. 7. Der verdauliche Eiweissgehalt und der Stärkewert der Maiskörner. (1) Düngerart, wie in Tab. 5.; (2) N-Gabe; (A) Gehalt an verdaulichem Eiweiss in %; (B) Stärkewert in kg.

Tab. 8. N-Ausnützung im % des gereichten Stickstoffes bei Sudangras in den Jahren 1963—65. (1) Düngerart, wie in Tab. 5.; (2) N-Gabe kg/ha; (3) aufgenommener Stickstoff kg/ha; (4) Überschuss an N kg/ha; (5) Ausnützungsprozent.

Abb. 1. Mehrertrag bzw. dessen Wert in Ft/ha an Hand der durchschnittlichen N-Gaben der Jahre 1964—65. (A) Sudangrasheu; (B) Maiskörner; Düngerart: (a) — (e) wie in Tab. 5.; (f) Preis des Stickstoffdüngers.

Применение различных азотных минеральных удобрений на песчаных почвах

М. ЛАКАТОШ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

Каждый год, начиная с 1963 по 1965, в отдельных самостоятельных опытах сравнивалось влияние азота, вносимого в дозах 90 кг/га (1963 г.), 50, 100, 150 кг/га (1964—1965 г.) в форме петской соли, нитрата аммония, мочевины и уреаформа. Опыты были заложены на черноземовидной песчаной почве. Каждый год высевались два подопытных растения: в 1963 г. — суданская трава и кукуруза на силос, в 1964—1965 годах — суданская трава и кукуруза. Изучалось влияние вышеуказанных факторов (доза азота, форма азота) на урожай растений, их химический состав, а также на усвоение данного азота.

Установили, что внесение азотных минеральных удобрений, не зависимо от их формы, значительно увеличивало количество урожая, содержание в нем азота, а также количество усвояемого белка в зернах кукурузы.

При увеличении дозы азота увеличивается и урожай, а также содержание усвояемого белка в зернах кукурузы. Это увеличение было более измеримо между двумя меньшими дозами азота, чем при самой высокой дозе (150 кг/га). Содержание азота в урожае изменялось в зависимости от количества азота.

Величина усвояемого азота, выраженная в процентах от вносимого азота, при различных дозах изменялась весьма незначительно. Усвоение азота из минеральных удобрений, содержащих легкорастворимый азот, было более благоприятным, чем при внесении уреаформа, содержащего труднорастворимые формы азота.

Между влиянием различных минеральных удобрений, содержащих только воднорастворимые формы азота, вносимых в дозе 50 и 100 кг действующих начал, достоверной разницы не наблюдалось. Таким образом можно установить, что до дозы азота, равной 100 кг/га в данных условиях различие химического состава минеральных удобрений не влияет на их эффективность. Дальнейшее увеличение доз азота до 150 кг/га приводит к снижению относительного усвоения нитрата аммония и мочевины, таким образом, для более высоких доз наиболее применимы сульфат аммония и петская соль.

Табл. 1. Данные анализа верхнего пахотного слоя почв опытных участков. (1) Обозначение почвенного образца и глубина в см. (2) Гумус в %. (3) Илстая фракция в %. (4) Азот в %. (5) Общий фосфор и калий. (6) Подвижные фосфор и калий.

Табл. 2. Содержание общего и воднорастворимого азота в уреаформе. (1) Год опыта. (2) Вид минерального удобрения. (3) Общий азот в %. (4) Воднорастворимый азот в % от общего азота.

Табл. 3. Важнейшие агротехнические данные опытов. (1) Агротехнические данные, а) внесение минеральных удобрений (НРК) и время их заделки в почву, б) время посева, в) площадь возделывания, расстояние в рядах, д) сорт растений, е) сбор урожая; 1. Первый укос или сбор кукурузы и второй укос, ф) размер делянки. (2) Сладкая суданка. (3) Кукуруза на силос. (4) Кукуруза.

Табл. 4. Урожайные данные за 1963 год. (1) Форма азота, а) петская соль, б) сульфат аммония, в) мочевина, д) уреаформ, е) карбамид I P. (2) Сено суданки (в пересчете на 86%-е сухое вещество). (3) Кукуруза на силос (в пересчете на 86%-е сухое вещество). (4) Среднее (в пересчете на 86%-е сухое вещество).

Табл. 5. Урожайные данные за 1964—65 годы. (1) Форма азота, а) петская соль, б) нитрат аммония, в) сульфат аммония, д) мочевина, е) уреаформ, ф) азот в среднем. (2) Доза азота в кг/га. А) Сено суданки в ц/га. В) Зерно кукурузы в ц/га. С) Стеблей кукурузы в ц/га. Dsz 5% (1) Между различными формами азота, данного в одних и тех же дозах. Dsz 5% (2) Между одинаковыми формами азота, данного в различных дозах. Dsz 5% (3) Между различными дозами и формами азота в среднем. Dsz 5% (4) Между различными формами азота и дозами в среднем.

Табл. 6. Процентное содержание азота в зернах кукурузы и суданской травы (1964—1965 г.). Объяснение смотри в таблице 5.

Табл. 7. Содержание усвояемого белка и крахмальных единиц в зерне кукурузы. (1) Формы азота смотри в таблице 5. (2) Дозы азота. А. Процентное содержание усвояемого белка. В. Крахмальные единицы кг.

Табл. 8. Усвоение азота суданской травой в % от вносимого азота (1963—65 г.) (1) Формы азота смотри в таблице 5. (2) Вносимый азот в кг/га. (3) Усвоенный азот в кг/га. (4) Прибавка азота в кг/га. (5) Процентное усвоение азота.

Рис. 1. Прибавка урожая или ее значение в форинтах на гектар на основании средних данных за 1964—65 г. А) Сено суданской травы. В) Зерно кукурузы. Форма азота: а)—е) смотри в таблице 5. ф) стоимость азотного минерального удобрения.